



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

DA CONFUSÃO À CONVENÇÃO: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE
INVESTIGATIVA SOBRE SISTEMAS DE MEDIDA

Jobson Lira Santos Júnior

Monografia apresentada ao Instituto de
Física da Universidade Federal do Rio
de Janeiro como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de
Licenciado em Física.

Orientadora: Deise Miranda Vianna
Coorientador: Vitor Cossich de Holanda Sales

Rio de Janeiro
Agosto de 2017

DA CONFUSÃO À CONVENÇÃO: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE SISTEMAS DE MEDIDA

Jobson Lira Santos Júnior

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Coorientador: Vitor Cossich de Holanda Sales

Monografia apresentada ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovada por:

Presidente, Prof(a). Deise Miranda Vianna
UFRJ

Prof. Vitor Cossich de Holanda Sales
Colégio Pedro II

Prof. Marco Adriano Dias
IFRJ

Prof. Marcos Binderly Gaspar
UFRJ

Rio de Janeiro
Agosto de 2017

Dedico esta monografia à minha família e amigos, que me apoiaram sempre, e aos meus professores do Ensino Médio, os quais me salvaram de uma vida perdida.

Agradecimento

De início, agradeço aos meus orientadores, professora Deise Miranda Vianna e professor Vitor Cossich de Holanda Sales, que me orientaram com total decência e profissionalismo, ensinando e me guiando não só na construção deste trabalho, mas, também, na minha vida. Eles foram verdadeiros padrinhos e mudaram a minha visão de ensino por serem docentes exemplares.

Agradeço, também, à toda minha família, composta por amigos e parentes, especialmente ao Leonam Rolo, Rafaela Lira e Haimon Diniz, que me deram total suporte nos últimos turbulentos meses da minha graduação.

Sou muito grato aos meus pais por me motivarem a começar uma faculdade tão jovem e por darem suporte para eu conseguir concluí-la. Agradeço muito à minha noiva, Thais Abreu, que me serviu de modelo de pessoa, profissional e estudante, e foi minha maior amiga nesses anos de faculdade.

Devo meu agradecimento aos alunos das turmas do Colégio Federal que pude aplicar a atividade apresentada nesse trabalho, que cooperaram acolheram a minha proposta de dinâmica abertamente e forneceram dados que posteriormente foram expostos e analisados neste trabalho.

Dentro da universidade, tive o prazer de conhecer professores que contribuíram muito para minha formação acadêmica, por isso agradeço, novamente, à professora Deise Miranda Viana, ao professor Filadelfo Cardoso, ao professor Alexandre Carlos Tort e ao professor Vitorvani Soares, que sempre foi muito solícito como coordenador do meu curso.

RESUMO

DA CONFUSÃO À CONVENÇÃO: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE SISTEMAS DE MEDIDA

Jobson Lira Santos Júnior

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Coorientador: Vitor Cossich de Holanda Sales

Neste trabalho apresento uma proposta didática para o tema de Física do Ensino Médio Sistemas de Medidas, que, apesar de ter muita importância para a Ciência, é pouco explorado nas salas de aula. Apresento uma metodologia para desenvolvimento de uma atividade investigativa, através da qual proponho uma experiência com roteiro de apoio para os alunos, com problemas a serem trabalhados. Após a aplicação do material em um Colégio público da rede Federal de ensino, localizado na Zona Norte do Rio de Janeiro, alguns dados e análise da dinâmica a partir de discussões feitas pelos alunos são apresentados. Esta proposta visa a facilitar a argumentação e o aprendizado de Física dos alunos, buscando fazê-los notar o sentido do que estão estudando.

Palavras - chave: Ensino de Física, Atividades Investigativas, Argumentação, Sistemas de Medidas.

Rio de Janeiro

Agosto de 2017

Sumário

1. Introdução	7
2. Escolha do tema.....	10
3. Referencial Teórico	14
3.1. O Sistema de Medidas	14
3.2. Atividade Investigativa.....	18
3.3. Discussão e Argumentação.....	24
4. Descrição da dinâmica	30
4.1. Desenvolvimento da Atividade	30
4.2. Etapa Experimental	30
4.3. Construção do Ranking	32
5. Algumas Análises	35
5.1. Cálculo da Velocidade dos Chutes.....	35
5.2. Classificação dos Chutes.....	37
5.2.1. Episódio 1 – Verificação de um suposto empate	37
5.2.2. Episódio 2.....	40
5.2.2.1. Episódio 2.1 – Discussão sobre o 1º lugar do Ranking	41
5.2.2.2. Episódio 2.2 - Busca por relação entre pés (42) e pranchetas.....	46
5.2.2.3. Episódio 2.3 – Conclusão do Ranking.....	49
6. Considerações Finais	52
7. Anexos	55
8. Referências Bibliográficas.....	63

1. Introdução

Um dos primeiros ensinamentos que tive, em matérias de Educação, foi a importância em mediar o conteúdo a ser trabalhado. Entendi ser necessário, também, mediar a forma de ensino, pois, assim como cada turma tem sua identidade em um mesmo colégio, cada colégio tem sua particularidade, ou seja, cada classe tem uma realidade própria. Ao refletir sobre esse processo, questionei-me: será que os alunos percebem que a Física lecionada em sala de aula faz parte da realidade deles?

Apesar de muitas instituições de ensino ainda persistirem em focar na memorização de fórmulas, o ensino de Física vem mudando e se importando em trazer o sentido do que é ensinado, promovendo interesse nos estudantes em discutir temas e fenômenos científicos na sala de aula.

Transformar o ensino de Física de aulas tradicionais e inertes voltadas a um ciclo fechado de fórmulas e exercícios de vestibulares para um ensino reflexivo, crítico e ativo, que se preocupa mais com o aprendizado do aluno, é um desafio que tem que ser encarado pelos professores.

Para entender melhor os estudantes, tentei me lembrar do meu Ensino Médio, mas reparei que não conseguia recordar de muitas das aulas que tive de Física na época. As poucas exceções eram memórias de práticas experimentais que vivenciei.

Com isso, decidi incluir experiências dentro das minhas futuras aulas e comecei a por isso em prática no Projeto Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID-UFRJ/CAPES), sendo supervisionado e orientado por profissionais com vasta experiência na área de ensino por investigação.

Na proposta de atividade apresentada neste trabalho, a qual foi um dos frutos do PIBID/UFRJ-Física, apresento a aplicação e análise

das etapas de uma atividade experimental de caráter investigativo envolvendo sistemas de medida aplicada em turmas do 1º ano do Ensino Médio de um Colégio Federal da Zona Norte do Rio de Janeiro. O objetivo era trazer a necessidade de haver um padrão de medida e compreender relações entre diferentes unidades de medidas a partir de uma situação-problema proposta na dinâmica, dando, sempre, liberdade para os alunos trabalharem.

Para que isso fosse feito, tomei como base três referências importantes: o tema de Física Sistemas de Medidas e a metodologia aplicada através de Atividades Investigativas, a qual é avaliada com base na Argumentação dos alunos, os quais discutimos no capítulo 3 deste trabalho.

Entender a história e importância dos pesos e medidas para a nossa sociedade e, principalmente, para a Ciência, foi essencial para elaborar a dinâmica, visto que precisávamos de uma situação-problema que trouxesse à tona a conveniência e utilidade de haver um padrão de medidas.

Para fugir das aulas e práticas laboratoriais tradicionais e tornar o aluno ativo no processo de construção do seu próprio saber, tomei como base a ideia das atividades investigativas. Elas propõem, também, um contato mais vasto entre o estudante e o fenômeno estudado, além de colocarem o professor na função de suporte para a construção do conhecimento, o qual busca estar atento para fazer boas perguntas em momentos oportunos.

Ademais, atividades investigativas proporcionam um meio favorável para debates e discussões por conterem situações-problema e darem abertura para os alunos fazerem investigações utilizando seus próprios modos. Além de poder ser usado como instrumento de avaliação, o debate caracteriza, também, um processo de construção de ideias e argumentos, o que dá suporte à construção do saber.

No capítulo 4, apresento a atividade em si, as condições em que ela foi aplicada e a descrição de sua dinâmica com as turmas. No capítulo 5, apresento a análise de alguns resultados que envolvem os debates e discussões que ocorreram ao longo da atividade, apontando os Indicadores da Alfabetização Científica (SASSERON e CARVALHO, 2008) e, quando possível, buscando o Padrão de Toulmin a argumentação dos alunos.

2. Escolha do tema

Enquanto aluno de graduação no curso de Licenciatura em Física, pude perceber a distância entre a Física ensinada na faculdade e a ensinada nos colégios onde estudei e trabalhei. Muitas das vezes, parece que o importante é que os alunos do Ensino Médio apenas consigam resolver os exercícios propostos, mesmo que de forma mecânica e sem entender claramente o que é estudado.

Ao ingressar no Ensino Superior, frustrei-me ao notar que eu tinha uma visão muito superficial do que era a Física: entendia sua matemática, sabia suas equações, mas não compreendia seus conceitos, seu sentido e importância. A faculdade foi responsável por mudar minha forma de pensar e me fez entender melhor o que era Física, fazendo tudo ficar mais claro.

Com isso, tomei como um dos objetivos profissionais procurar ensinar de uma maneira que os estudantes do Ensino Médio compreendessem tanto os conteúdos apresentados de modo que eles fizessem sentido, quanto as razões pelas quais são necessárias aprendê-los.

Dentre o que mais me ajudou a realizar esse objetivo, destaca-se o PIBID. Ele foi responsável por me colocar, no papel de monitor, frente a turmas de Ensino Médio, junto a seu respectivo professor, para desenvolver atividades com o objetivo de melhorar o ensino de Física. Isso ocorria com a orientação de um professor da instituição na qual eu estudava.

Em todas as experiências que estive trabalhando nesse projeto, notei que os alunos demonstravam certo desconhecimento da importância das unidades de medida no estudo da Física, talvez por enxergarem apenas a matemática relacionada à Física ou por não terem conhecimento da sua necessidade.

Tendo consciência disso, procurei desenvolver uma atividade que apresentasse uma situação-problema na qual a sua solução trouxesse à tona a razão de se usar sistemas de medida para tantas grandezas na Física. A atividade foi aplicada em turmas de 1º ano do Ensino Médio de um colégio federal da Zona Norte do Rio de Janeiro em que o PIBID atuava.

Apesar da instituição não colocar sistemas de medida como um tópico a ser abordado pelo professor no conteúdo programático (Figura 1) houve liberdade para flexibilizar os tópicos exigidos de maneira que fosse possível desenvolver aulas sobre os sistemas de medidas.

FRENTE 2 - ÓPTICA GEOMÉTRICA E INTRODUÇÃO ÀS ONDAS	
Princípios da Óptica Geométrica:	
– propagação retilínea da luz	
– câmara escura e formação de imagem	
– sombra, penumbra e eclipses	
Reflexão da Luz:	
– conceito e leis da reflexão	
– espelho plano	
– espelhos esféricos	
– aplicações	
Refração da Luz:	
– conceito e leis da refração	
– lentes esféricas	
– olho humano	
– instrumentos ópticos	
Introdução à Cinemática Escalar:	
– movimento, posição e deslocamento	
– velocidade média e instantânea	
– movimento uniforme	

Figura 1: Conteúdo Programático do Colégio

Na época da aplicação, os alunos estavam estudando velocidade média e instantânea, dessa forma, as competências

relacionadas ao tema sistema de medidas eram aplicadas aos fenômenos relacionados ao movimento.

Sem entendimento sobre as unidades de medidas e seu uso para relações e comparações, toda a compreensão da Cinemática pode ser comprometida, tendo como consequência o fracasso dos alunos nas provas, além de chance de formar um aluno que não desenvolveu um pensamento mais profundo e crítico sobre o assunto.

Para elaborar com mais precisão a atividade, tomei como um dos alicerces as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN + / Ensino Médio, Brasil, 2002), as quais apresentam propostas e critérios a serem seguidos por educadores para que o Ensino de Física seja tomado como um instrumento de entendimento do mundo.

A Tabela 1, abaixo, contém competências fornecidas pelo PCN + nas quais há uma correlação com o tema sistema de medidas e com a atividade planejada.

Tabela 1: Competências relacionadas ao tema e atividade abordados

COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO E DETALHAMENTO EM FÍSICA
<p>I.1</p> <p>SÍMBOLOS, CÓDIGOS E NOMENCLATURAS DA C&T</p> <p>Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos. Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente. Por exemplo, identificar que uma caixa d'água de 2 m³ é uma caixa de 2 000 litros, ou que uma tonelada é uma unidade mais apropriada para expressar o carregamento de um navio do que um milhão de gramas.

COMPETÊNCIAS GERAIS	SENTIDO E DETALHAMENTO EM FÍSICA
<p>II.1</p> <p>ESTRATÉGIAS PARA ENFRENTAMENTO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA</p> <p>Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes.

Fonte: (PCN + Ensino Médio, 2002) Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, p7 e p10.

A motivação inicial dessa proposta veio da leitura da transcrição de uma fala do professor Sandro Fernandes durante a aplicação da atividade desenvolvida por ele chamada PARE E COMPARE: "Mudar o padrão gera confusão". Essa frase ecoou em meus pensamentos por alguns dias, até que eu percebi que, às vezes, precisamos viver a necessidade para saber que ela existe.

Com isso, procurei trazer a sensação de necessidade e de busca por um padrão de unidade na dinâmica da atividade – de caráter investigativo – apresentada aos alunos, de modo que eles interagissem entre si, com o fenômeno estudado e com o mundo que os cerca, podendo, assim, vir a construir competências que estão além de se fazer uma boa prova bimestral ou de ingresso à universidade, pois serão levadas para a sua vida.

3. Referencial Teórico

3.1. O Sistema de Medidas

Segundo o Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo (IPEM-SP), medir é comparar uma grandeza com outra, de mesma natureza, tomada como padrão. Medição é, portanto, o conjunto de operações que tem por objetivo determinar o valor de uma grandeza.

O ato de medir é uma atitude inerente ao homem, a qual está atribuída à sua inteligência. Enquanto ser político, o homem se relaciona em sociedade, e, para que consiga compartilhar uma informação obtida de uma medida feita por ele, é necessário uma convenção.

A necessidade de pesar e medir sempre esteve associada a algum tipo de atividade humana, dessa forma, sujeita à modernização apenas quando a atividade relacionada a ela estiver em processo de evolução. Sendo assim, o processo de medição pode ser bem desenvolvido mesmo em civilizações consideradas primitivas, o que justifica o espanto dos invasores da África com relação à perfeição dos sistemas de medidas utilizados pelos nativos que eram considerados primitivos (SILVA, 2004).

Em certas culturas, a medida era associada ao poder. Em Atenas, por exemplo, os padrões de pesos e medidas eram dedicados aos deuses. Na Grécia antiga, as medidas eram consideradas atributos do poder soberano e eram impostas às cidades conquistadas, tornando-as, assim, um símbolo de dominação (SILVA, 2004).

Para os reis, manter a unicidade das medidas, em seu território, traria a imagem de um reino justo e de um rei protetor dos mais humildes, o que, de certa forma, reforçava o controle do rei sobre o povo.

Mesmo hoje, o controle político, por intermédio das medidas, é exercido por alguns países. A título de exemplo, a União Europeia, uma união política e econômica composta por 28 países Europeus, compartilha de uma mesma moeda, o que traz vantagens em relação à economia para esses países. Outro exemplo são os Estados Unidos – e alguns outros países – que, embora já tenham adotado oficialmente o Sistema Internacional, insistem em manter um sistema de medidas paralelo.

Além de remeter ao poder, os pesos e medidas tinham grande importância como linguagem básica de comércio e trocas. Para entender essa importância, não é necessário ter um conhecimento profundo sobre Metrologia – ciência responsável pelo estudo da arte de medir e pela interpretação das medições realizadas – visto que, independentemente da época, sempre foi indispensável mensurar o que se vende.

Segundo Silva (2004), em regiões em que o comércio era mais desenvolvido, além dos sistemas de peso e medidas, a escritura, a aritmética e as artes eram mais desenvolvidas do que em regiões nas quais o comércio era menos organizado.

Quando era necessário estabelecer relações entre unidades de medida e peso de diferentes povos, muitas das vezes, por serem feitas sem rigor, abria-se margem para fraudes nas equivalências entre unidades.

Com a evolução do comércio, os sistemas de medidas evoluíram também, inclusive nos meios de produção das mercadorias que seriam comercializadas. Porém, foi só após a Revolução Industrial que os meios de produção começaram a demandar por padrões de medidas particulares (SILVA, 2004).

Além do comércio e da produção, outra atividade humana extremamente relacionada à Metrologia é a Ciência. Os pesos e medidas são a base para o ramo experimental da Ciência e dão significado a grandezas e variáveis de fenômenos estudados por ela.

Mesmo tendo uma intensa dependência na Metrologia, a Ciência passou muito tempo sem se atentar para os problemas existentes nas unidades de medidas adotadas, visto que, de início, o mais importante era a descoberta científica e não a precisão dos resultados.

O tempo passou e as análises isoladas dos fenômenos naturais já não produziam resultados consistentes para os anseios da comunidade científica. Esse fato forçou uma união de diferentes domínios da Ciência e, desse modo, motivou o rigor na definição de unidades, normalizações e padrões.

A busca por precisão não foi a única evolução nas medidas. Conforme diferentes – e distantes – nações se relacionavam, as comunidades científicas dessas civilizações também interagiam entre si. Sendo assim, surgiu a necessidade de construir padrões de medidas pelos quais seria possível compartilhar informações convencionadas.

O primeiro passo dessa mudança foi a internacionalização do sistema métrico em todos os setores da sociedade, mesmo que de forma muito lenta, devido à resistência ao novo sistema, seja pelo custo material e industrial, ou pela ideia de reeducação dos adultos que não era muito abraçada.

Anos se passaram, novas descobertas científicas surgiram e, com elas, surgiram novos parâmetros e medidas. Com isso, em 1948, durante a 9ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, foi decidido que o Comitê de Pesos e Medidas seria o encarregado por estabelecer uma regulamentação completa para as unidades de medida, a qual resultou no Sistema Internacional de Medidas (SI).

Atualmente, a área protagonista em avanços na metrologia é a Ciência, enquanto o comércio e a produção se tornaram meros espectadores desse desenvolvimento. Mesmo assim, a utilização de sistemas de medida nesses é vasta, sendo que a principal diferença

no uso dos sistemas, quando relacionados à Ciência, está na precisão em que essas medidas são tratadas.

Ainda que em certas ocasiões foram confusos durante a história da sociedade, os padrões de medida sempre trouxeram uma ideia de justiça social e eram base para interações entre diferentes civilizações no comércio e, principalmente, na ciência.

Entre 1872 e 1877, por exemplo, a região Nordeste do Brasil passou por uma revolta chamada Quebra-Quilos, a qual refletiu a insatisfação das camadas populares com a implantação do Sistema Métrico Francês, substituindo o antigo sistema de pesos e medidas no Brasil. Segundo a historiadora Viviane de Oliveira Lima (2009),

“Os governantes tinham a intenção de, com esta medida, “ordenar” e “civilizar” o território, porém, os homens livres e pobres não compartilhavam desta idéia, uma vez que o comércio, as relações pessoais, e o seu dia-a-dia possuíam uma ordem própria. Portanto, eles não aderiram ao ideal das elites de ordenar um espaço que, no entender deles, já estava ordenado.”

Dessa forma, entender o sentido das unidades de medida e a necessidade de haver um padrão de sistemas de medida vai além da esfera histórica, pois é essencial para o ensino de Ciências.

3.2. Atividade Investigativa

A Física pode ser vista como uma ciência baseada na observação de fenômenos naturais e na explicação desses por meio de modelos. Porém, em aulas tradicionais de Física, isso não é comum. Há ausência da observação de fenômenos e o foco passa a ser apenas a apresentação e explicação de modelos por parte do professor.

Por manter o aluno em posição passiva – a de receber informação sem questioná-la – esse tipo de aula pode, também, deixar de realçar e desenvolver um dos objetivos do ensino de Física: estimular o hábito da dúvida, no que se refere ao ato de se questionar, relacionado ao senso crítico do aluno. Fora que, frequentemente, não fica clara a relação entre o conteúdo e a realidade vivida pelos alunos. Mas esse é um meio eficaz de se ensinar?

Ao se pensar no “para quê” ensinamos Física no Ensino Médio, entendemos que o conhecimento adquirido dessa ciência pelo jovem terá um uso amplo, em situações reais, e não somente para conseguir certa nota em uma prova. Desse modo, construir um indivíduo pensante, no sentido de pensar criticamente, é um dos objetivos do professor. As finalidades do ensino de Física são uma das questões abordadas no PCN⁺ (2002) e, segundo texto,

“(...) não se reduzem apenas a uma dimensão pragmática, de um saber fazer imediato, mas que devem ser concebidas dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir.

A atividade investigativa é uma alternativa para desconstruir esse tipo de aula, a qual, segundo SALES (2012), “o professor e os alunos mudam seus papéis”, visto que o estudante assume uma posição em que toma decisões e, de fato, investiga, enquanto o professor, nesse ambiente, media e monitora a atividade. Desse modo, o papel do professor é o de construir com os alunos uma passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno (CARVALHO, 2008).

Interações do tipo proporcionam o questionamento, o envolvimento ativo dos alunos e as relações entre o conhecimento e os resultados obtidos, além de desenvolver o pensamento crítico do estudante de ciências, “valorizando o processo de aprendizagem e não apenas o produto final” (VIANNA, 2003, *apud* FERNANDES, 2012).

Nesse ambiente, o professor pode se aproximar da turma em que trabalha e de cada aluno em questão, visando a identificar todas as dificuldades que eles sentem. Isso se faz com o intuito de utilizar essas dificuldades para direcionar novas atividades a serem aplicadas e criar diálogos e questões em sala de aula – no momento da aplicação da atividade, por exemplo – a fim de que, com isso, a construção do conhecimento se dê com mais facilidade e essas barreiras sejam desconstruídas.

Uma atividade investigativa não se limita somente à simples observação e manipulação de dados, cabendo ao aluno discutir o fenômeno abordado, explicar e relatar seu trabalho, ou seja, pensar sobre a situação-problema – situação na qual não há uma solução imediata através da aplicação de uma fórmula (BORGES, 2002) – abordada. Para isso, é interessante que a mesma contenha uma pergunta que sintetize o fenômeno investigado, explicitando o problema contido nele.

Segundo TAMIR (1991) *apud* BORGES (2002), atividades investigativas podem ser categorizadas em diferentes graus de abertura (Tabela 2), os quais dependem, principalmente, de quanto a atividade propicia ao aluno a liberdade de planejamento para a resolução de um problema ao apresentá-lo sem uma direção imposta por um roteiro “engessado” em sua estrutura ou por instruções verbais do professor.

Tabela 2: Grau de abertura de uma atividade investigativa (TAMIR, 1991 *apud* BORGES, 2002)

Nível de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados pelo professor	Dados pelo professor	Dados pelo professor
Nível 1	Dados pelo professor	Dados pelo professor	Em aberto
Nível 2	Dados pelo professor	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Essas qualidades reforçam a ideia de que o desdobramento da atividade, com questões levantadas em sua aplicação e discussões protagonizadas por alunos, é mais importante do que chegar à solução do problema proposto.

O grau de abertura da atividade exposta neste trabalho é de nível 2, sendo apenas o problema dado pelo professor/roteiro.

Os aspectos que caracterizam uma atividade investigativa, referentes ao seu grau de abertura, objetivos principais, papel do estudante e proposta de um problema, tornam-na divergente do laboratório tradicional, o qual BORGES (2002) indica que mais se

parece com um exercício – situação na qual a aplicação de uma fórmula soluciona o problema – de Física. A comparação dos dois métodos de ensino de Física encontra-se abaixo, na Figura 2.

<i>Aspectos</i>	Laboratório Tradicional	Atividades Investigativas
<i>Quanto ao grau de abertura</i>	Roteiro pré-definido ← Restrito grau de abertura	Variado grau de abertura → Liberdade total no planejamento
<i>Objetivos da Atividade</i>	Comprovar leis	Explorar fenômenos
<i>Atitude do estudante</i>	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Figura 2: Contínuo problema-exercício (BORGES, 2002).

Para que a investigação proporcione uma saudável construção de um modelo físico da situação por parte do aluno, é vital que apenas uma grandeza relevante para o problema seja estudada por vez. Assim, há como criar relações de causa e consequência entre o parâmetro variado e as mudanças no sistema físico provocadas pelo aluno, as quais são essenciais para a estruturação do conhecimento do fenômeno estudado.

Fomentando o debate e discussão em sua aplicação, quanto mais aberta a atividade for, melhor será a exploração do fenômeno investigado. Abordar episódios cotidianos incentiva o envolvimento do estudante, seja por fazerem parte do dia a dia do mesmo e, por isso, despertarem-no a curiosidade de saber “como funciona”, ou por serem situações em que ele acha que já domina por vivê-las rotineiramente.

Também é preferível que essas atividades sejam feitas em grupos, bem como a Ciência é feita atualmente: dados obtidos em um laboratório são enviados para um grupo, às vezes até de outro país, para serem analisados e reenviados para um terceiro grupo que tira as conclusões sobre o que foi pesquisado. A detecção das ondas gravitacionais no ano de 2016, por exemplo, foi uma conquista advinda de um trabalho em colaboração, feito por um grupo formado por cientistas de diferentes países.

Em seu estudo sobre o desenvolvimento humano, Vygotsky defende a teoria Sociointeracionista, a qual afirma que a aprendizagem se dá por processos de internalização de conceitos, que são promovidos pela aprendizagem social, principalmente aquela planejada no meio escolar (RABELLO e PASSOS, 2010). Em outras palavras,

“É no âmago das interações no interior do coletivo, das relações com o outro, que a criança terá condições de construir suas próprias estruturas psicológicas”.

(Creche Fiocruz, 2004)

Com isso, trabalhar em grupo, além de privilegiar a discussão entre colegas e grupos, estimula a colaboração entre indivíduos e trabalho em equipe, e incentiva a relação interpessoal dos estudantes.

Com base nas particularidades consideradas importantes nas atividades investigativas, apresentadas pelo Centro de Formação Pedagógica, CENFOP, (Brasil, 2011.- p.4) da Secretaria Municipal de Educação de Ipatinga, destacam-se alguns aspectos que são relevantes para o ensino com investigação:

- Tornar o aluno protagonista do processo;

- Desencadear debates, discussões e desenvolvimento de argumentos a partir da exploração de fenômenos;
- Incentivar o pensamento crítico dos alunos com o uso de uma situação-problema;
- Proporcionar a extensão dos resultados encontrados a todos os estudantes da turma.

Essas atividades podem se caracterizar como práticas: experimentais; de campo e de laboratório; de pesquisa; com filmes; de simulação no computador; de avaliação de evidências; de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa, entre outros, o que as tornam mais abertas e flexíveis para variados públicos, realidades e ambientes educacionais.

Por conseguinte, o ensino por investigação constitui uma orientação que privilegia o questionamento, a resolução de situações-problema, o desenvolvimento do senso crítico do aluno sobre a importância da ciência e suas aplicações na sociedade em que vive, e, por fim, a argumentação do mesmo.

3.3. Discussão e Argumentação

Presente em diálogos, conversações e, principalmente, em momentos de discussão, a argumentação é o alicerce de uma ideia, permeia o nosso cotidiano e, segundo Rodrigues (2014), está no âmago das relações do homem com o conhecimento. Argumentar é avaliar com base em provas (RODRIGUES, 2014 *apud* JIMENEZ, 2010).

Um argumento que conta com provas, é melhor do que uma simples declaração, e um que, além disso, estabelece mais justificativas que conectam conclusão e evidências, é ainda melhor.

(JIMENEZ, 2010 – tradução própria).

Por exemplo, em calorosas discussões casuais sobre futebol, há uma fundamentação argumentativa das opiniões expostas, uma defesa de uma ideia com fatos. A argumentação é não somente uma atividade discursiva da qual os indivíduos eventualmente participam e avaliam o conhecimento, mas, sobretudo, uma forma de comunicar ideias na ciência (JIMENEZ, 2010).

No ensino de Física, é crucial que haja o entendimento dos conceitos, relações, interações e ideias de fenômenos estudados. Porém, é muito comum alunos se formarem no Ensino Médio com pouca ou nenhuma evolução das competências citadas. Visto isso, o que é viável fazer para que o estudante reflita sobre um fenômeno físico e aprenda com isso?

Sabe-se que os alunos já têm uma concepção pessoal do mundo que os cerca. Com isso, ensinar ciências deve ser muito mais do que substituir as ideias prévias por teorias mais consistentes (CARVALHO, 2008 *apud* FERNANDES, 2013) ou fazê-los acreditar –

de uma forma mecânica e sistemática – em um novo modelo de interpretação desse mundo. Para isso, levantar uma discussão sobre fenômenos físicos do cotidiano desse estudante pode gerar confronto de ideias. Por conseguinte, hipóteses, argumentos e conclusões serão expostos e sustentados em provas. Quando elas não forem plausíveis para os interlocutores da discussão (colegas), serão refutados e repensados até haver um consenso, indicando um processo de construção de saber em conjunto. Assim, caracteriza-se a argumentação como uma forma de construir conhecimento. Segundo Jiménez-Aleixandre e Diaz de Bustamante (2003) *apud* Sasseron e Carvalho (2011):

Por argumentação entende-se a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedentes de outras fontes.

Portanto, para haver esse tipo de argumentação, é necessário um ambiente favorável, com situações discursivas nas quais mais de um ponto de vista e diferentes tipos de raciocínios práticos podem ser considerados, o que incentiva o jovem a pensar e se expressar, para que seja valorizado o processo de aprendizagem e não apenas o produto final (VIANNA, 2003 *apud* FERNANDES, 2013). Esse ambiente pode ser obtido por meio de uma atividade investigativa, a qual estimulará o aluno no sentido de resolver uma situação-problema, cuja solução – ou a explicação da mesma – está atrelada ao conhecimento científico. Ao argumentar, o indivíduo será levado a expressar seus pontos de vista e fundamentá-los em razões aceitáveis pelos interlocutores participantes do ato.

As discussões e discursos dos alunos tornam seus pensamentos mais visíveis e, uma vez analisados, identificam alguns dos problemas e dificuldades que estão relacionadas à construção do

conhecimento. Com isso, a análise de um discurso representa uma ferramenta de avaliação e auto avaliação do professor. Dessa forma, a comunicação na aula deve permitir que se construa, além de relações sociais entre professores e alunos, noções para o educador do desenvolvimento intelectual do estudante.

Ao entender como a construção do conhecimento se relaciona com a forma de se expressar dos alunos, desde a leitura de textos ou tomada de dados em um laboratório até o resultado final de processo de aprendizagem, entende-se, também, qual é a melhor forma de se ensinar para esses indivíduos.

Quando nos referimos ao estudo da argumentação nas aulas de ciências, estamos interessados em observar as enunciações elaboradas pelos alunos durante discussões visando à construção de explicações coletivas para determinados fenômenos.

(COLOMBO, LOURENÇO SASSERON e CARVALHO, 2012)

Para tanto, há estudos de análise dos *discursos e argumentações* feitos durante aulas com aplicações de atividades investigativas. O modelo adotado neste trabalho para a análise das discussões feitas pelos estudantes, a qual se encontra no tópico *Algumas Análises*, é o Toulmin's Argument Pattern (TAP), também conhecido como Padrão de Toulmin para argumentação.

Em sua teoria de argumentação, exposta em 2001, Stephen Toulmin aborda a análise de problemas lógicos, defendendo a evidência da argumentação em nosso cotidiano, mesmo que nas ocupações mais simples do nosso dia. Para ele, o argumento é como um organismo que possui uma estrutura e processos fisiológicos que o sustentam (Toulmin, 2001 *apud* NASCIMENTO e VIEIRA, 2008).

Para o filósofo, a argumentação era construída com um conjunto de elementos simples (Figura 3) que relacionavam um dado (D) a uma conclusão (C).

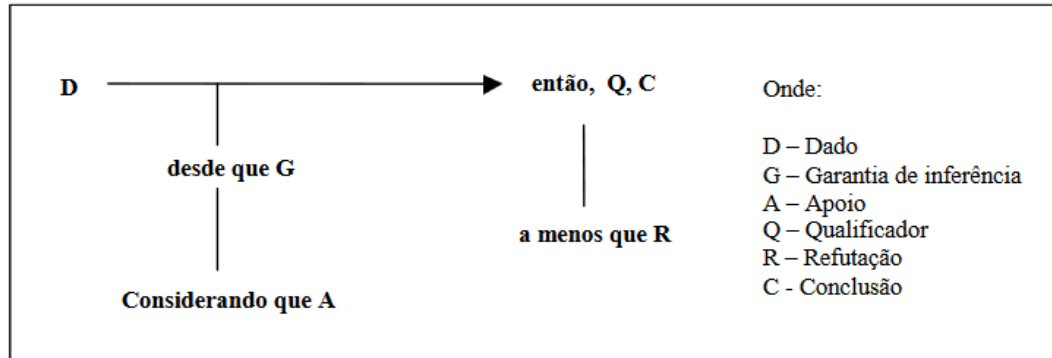


Figura 3: Esquema do TAP (adaptado 2001 *apud* NASCIMENTO e VIEIRA, 2008).

A estrutura apresentada por Toulmin indica que para obter conclusões (C) a partir de um dado (D), é necessário que exista uma garantia de interferência (G), a qual funciona como um suporte para a conclusão, relacionando D a C por meio de hipóteses e suposições gerais, considerando que um apoio (A) habilite e torne viável essa garantia (G). Por vezes, para que o argumento se torne mais completo, um qualificador (Q) pode ser usado, o qual faz referência à garantia, reforçando a qualidade da conclusão. Do mesmo modo, é possível haver uma refutação (R), a qual representa uma indagação ou mesmo uma indicação de casos em que a garantia apresentada não é válida.

Desse modo, com o uso do TAP, o entendimento de como os estudantes – estimulados a discutir por meio de uma atividade de caráter investigativo – pensam e (re)constroem seus saberes com relação a um fenômeno analisado é tornado objeto de estudo, o que possibilita, também, avaliar se objetivo da atividade foi alcançado.

Como o Padrão de Toulmin se refere a um argumento jurídico (desenvolvido em um júri, com um número de interlocutores limitado) e a realidade em que o aplicamos é a de uma sala de aula em que o argumento é formado por contribuição de vários alunos, certos obstáculos para a aplicação desse padrão aparecem e para o estudo dos argumentos utilizados pelos estudantes e, com isso, surge a necessidade de adaptar a TAP para o ambiente educacional.

Para facilitar o processo de análise, Sasseron desenvolveu os Indicadores da Alfabetização Científica, os quais, segundo a pesquisadora, têm a função de nos mostrar se, e como estas habilidades (*de expressão – alfabetização científica – e de argumentação*) estão sendo trabalhadas (SASSERON, 2008, ênfase nossa). Esses indicadores permitem, também, analisar o nível (entende-se como quão elaborada é) da ideia proposta por diferentes alunos, além de avaliar a participação de um único estudante durante a dinâmica, visto que, se for feita a identificação do aluno, será possível assinalar os indicadores praticados por ele no decorrer da discussão.

Com o intuito de tornar a análise do discurso dos estudantes mais viável e completa, vamos utilizar os Indicadores da Alfabetização Científica, os quais estão expressos na Tabela 3, durante a análise dos diálogos presentes neste trabalho.

Tabela 3: Indicadores da Alfabetização Científica, (SASSERON e CARVALHO, 2008, *apud* PENHA, CARVALHO e VIANNA, 2009)

Indicadores da Alfabetização Científica		
Indicadores para trabalhar com os dados de uma investigação	Seriação de informações	Indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados.
	Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute o modo como o trabalho foi realizado
	Classificação de informações	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas
Indicadores para estruturação do pensamento	Raciocínio lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas
	Raciocínio proporcional	Dá conta de mostrar como se estrutura o pensamento
Indicadores para entendimento da situação analisada	Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alcançadas suposições acerca de certo tema.
	Teste de hipóteses	Concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas
	Justificativa	Aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto
	Previsão	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos
	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas

4. Descrição da dinâmica

4.1. Desenvolvimento da Atividade

A atividade foi desenvolvida a partir do PIBID/UFRJ-Física, o qual insere futuros professores no cotidiano de colégios públicos, visando a uma integração entre os mesmos e o ambiente educacional. Esse projeto motiva a criação de atividades experimentais metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar, o que incentiva e eleva a qualidade da formação acadêmica deste futuro professor. A atividade foi aplicada, nesse contexto, em um Colégio Federal localizado na Zona Norte do Rio de Janeiro com alunos da primeira série do ensino médio regular.

Foram usados 4 tempos de aula (de 45 minutos cada), dos quais dois se destinaram à tomada de dados e os outros dois à discussão desses com a turma. Como as turmas tinham, em média, 30 alunos, cada uma delas foi dividida em grupos de, no máximo, 6 integrantes. Esses grupos poderiam se nomear como um time, criando uma identidade de competição entre eles, mesmo não havendo premiação para o ganhador. Todas as turmas já tinham conhecimento dos conteúdos de Movimento Uniforme e Velocidade Média.

4.2. Etapa Experimental

No primeiro momento da atividade, chamada de CHUTA QUE É FÍSICA, as turmas tiveram que sair de sala e foram orientadas a levar apenas lápis e borracha para o preenchimento do roteiro – presente no tópico Anexo da monografia. Esse roteiro, de início, traz aos alunos uma situação cotidiana problematizada: *quais dados você*

acha relevantes para fazer o cálculo da velocidade de um chute? Como, em uma transmissão de futebol, você poderia obtê-los? Essa situação é a introdução da atividade e, além de despertar curiosidade, foge dos problemas comuns de física abordados em sala de aula e contextualiza o conteúdo abordado em um cenário comum do dia a dia.

Em sua sequência, o roteiro apresenta o material que será utilizado, o objetivo da atividade e propõe uma competição de velocidade de chutes. Para isso, são expostas algumas regras da competição sendo que, dentre essas, há uma regra restringindo o grupo a escolher uma unidade de medida particular. Dessa forma, os grupos seriam encarregados de calcular a velocidade média do chute de um dos seus integrantes (Figura 4) para descobrir qual seria o mais veloz do colégio. Isso ocorre com o uso de uma câmera de alta definição – bem como em transmissões de futebol – e com a medida de distância entre o anteparo e a marca para o chute, feita pelos alunos com o uso da unidade de medida adotada.



Figura 4: alunos desenvolvendo a atividade *Chuta que é física*.

Através da filmagem e do uso do programa Windows Movie Maker (Figura 5) foi possível obter o intervalo de tempo entre o instante em que o pé do aluno encosta na bola e o instante em que a

mesma atinge o anteparo. Como a distância entre o anteparo e a marca de chute foi feita pelos alunos com o uso da unidade de medida adotada, cada time obteve uma velocidade média relacionada a uma unidade particular.

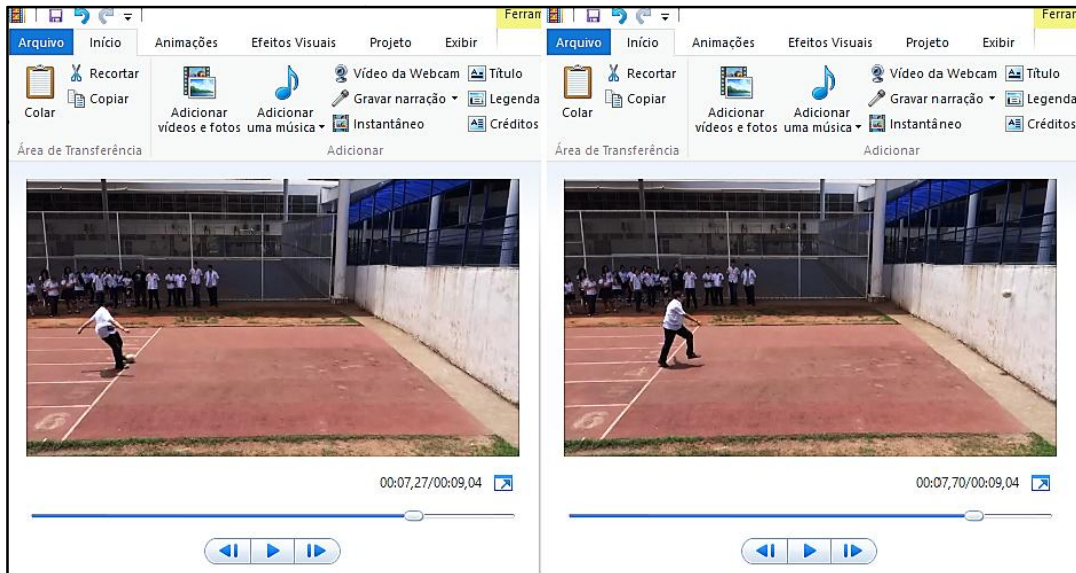


Figura 5: Uso do Windows Movie Maker para obtenção de dados.

4.3. Construção do Ranking

Com as velocidades de todos os times calculadas, deu-se início à segunda etapa da atividade, a discussão. O novo problema seria determinar qual dos chutes foi o mais veloz (Figura 6) para que fosse formado um ranking. Esse problema foi compartilhado com toda a turma em sala, iniciando, assim, um debate, caracterizando o principal objetivo da atividade: comparar e relacionar valores de velocidades com diferentes unidades utilizadas.



Figura 6: discussão da atividade *Chuta que é física*.

Durante a discussão, os alunos apresentavam ideias, hipóteses, relações, comparações e conclusões, que constituíam seus argumentos (Figura 7), isso tendo o objetivo de ganhar apoio do resto da turma para chegar à solução do problema. A partir disso, o ranking foi construído.



Figura 7: discussão da atividade *Chuta que é física*.

Ao final, com o objetivo de sistematização do conhecimento físico, foi pedido aos alunos que transformassem a unidade de medida criada para a do sistema internacional, já conhecida pelas turmas. Feito isso, houve uma comparação entre o ranking estimado

– gerado com base na discussão – e o obtido a partir de dados com mesma unidade de medida – sistema internacional. O objetivo disso era tornar evidente a dificuldade de se comparar medidas de diferentes unidades, revelando, dessa forma, a importância de um sistema de unidades comum.

5. Algumas Análises

Como dito anteriormente, através desse trabalho é proposta uma atividade investigativa na qual os estudantes são apresentados a experimentações e discussões acerca de um tema da Física e suas competências.

O objetivo deste capítulo é evidenciar o quão importante o diálogo e a argumentação são para o desenvolvimento do saber científico dos estudantes. Para isso, separamos alguns trechos da atividade nos quais a investigação e a discussão realizada pelos alunos estão mais evidentes. O momento da atividade em que houve mais debate ocorreu depois da etapa de coletas de dados e está transcrita por completo no *Anexo II* deste trabalho.

Para fazer uma breve análise desses trechos, utilizaremos os Indicadores de Alfabetização Científica, propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e buscaremos encontrar o Padrão de Toulmin para a argumentação, a fim de entender melhor como os estudantes construíram os seus argumentos.

Todas as transcrições – diálogos – selecionadas ocorreram durante a construção do Ranking dos Chutes, o qual já foi mencionado na sessão de *Desenvolvimento da atividade*, sendo que cada diálogo ocorreu em uma turma diferente, sem qualquer divisão de grupos em sua duração.

5.1. Cálculo da Velocidade dos Chutes

O primeiro problema encontrado pelos alunos durante a dinâmica foi a escolha da unidade de distância para obter os valores de velocidade do chute do próprio grupo.

Ao fim da coleta de dados, cada grupo tinha uma medida de velocidade própria, com os formatos representados na Figura 8.

$$V_{\text{grupo A}} = \frac{6x'}{0,6y} \quad ; \quad V_{\text{grupo B}} = \frac{10x}{0,5y}$$

Figura 8: Formatos de velocidades obtidas pelos estudantes.

As incógnitas x e x' representam as unidades de comprimento adotadas pelos grupos. A unidade y foi fixada para todos os grupos como *segundos*, a qual o programa Windows Movie Maker, utilizado para medir o intervalo de tempo em que o disparo aconteceu, adotava.

A partir de uma decisão particular, os estudantes acharam prudente reduzir (simplificar) a grandeza temporal das suas velocidades a apenas uma unidade de medida, como o representado na Figura 9.

$$V_{\text{grupo A}} = \frac{10x'}{1y} \quad ; \quad V_{\text{grupo B}} = \frac{20x}{1y}$$

Figura 9: Forma das velocidades obtidas após a redução feita pelos grupos.

Após essa simplificação, não seria mais necessário relacionar três grandezas – x , x' e y – para classificar as velocidades, mas sim relacionar apenas duas – x e x' . Como todos os grupos tomaram essa atitude ao concluir o valor da velocidade de seus respectivos chutes, essas velocidades ficaram definidas pelo espaço percorrido (na unidade de cada grupo) em um segundo.

Visto que todos os grupos tornam a variável intervalo de tempo em uma constante entre as diferentes velocidades, distinguir uma velocidade da outra era, justamente, comparar os seus espaços percorridos nesse idêntico intervalo de tempo.

5.2. Classificação dos Chutes

Com as velocidades dos grupos devidamente calculadas, o professor, ao questionar a turma sobre qual seria o chute mais veloz, deu início a uma discussão que tinha como objetivo classificar essas velocidades e construir um Ranking composto por elas.

Nesse momento, um novo problema foi percebido pelos estudantes: para classificar os chutes, era necessário *achar uma equivalência entre unidades distintas*. Problema esse criado por eles, dado que a escolha da unidade de comprimento era livre.

Para solucionar esse novo problema, os alunos discutiram, levantaram hipóteses, experimentaram e propuseram soluções. Esse período foi gravado e transcrito, e a análise de alguns desses momentos é apresentada mais adiante.

Os nomes utilizados na transcrição são fictícios, a fim de preservar a identidade dos estudantes, e a numeração dos turnos segue a ordem temporal das falas.

5.2.1. Episódio 1 – Verificação de um suposto empate

A discussão transcrita a seguir se deu a partir de um impasse percebido pelos alunos, o qual contém o real problema da atividade, comparar medidas com unidades diferentes. Esse dilema emergiu da

divergência de opiniões sobre dois valores de velocidade de chute: 65 pés do Nathan/s e 65 pés da Sara/s.

Para resolver o problema proposto – *qual é a classificação dos chutes?* – fez-se necessário determinar se houve um empate ou não. Sabendo disso, Ana faz uma constatação sobre as duas velocidades no turno [2]. Sua atitude abre margens para um debate, pois a constatação feita por ela é passível de refutações. Como Bia discorda de Ana [3], a discussão é iniciada, conforme a transcrição a seguir.

Turno 1 ao 6:

Turno	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
1	Professor	Tá, e agora?		
2	Ana	Teve um empate aqui...		Classificação de informações
3	Bia	O pé da Sara é menor.		Classificação de informações
4	Rafael	O pé da Sara é menor, então o Natan vai ser o terceiro e a Sara o quarto.		Previsão
5	Professor	Você está precisando dos óculos, né?	O aluno apresentava dificuldades de enxergar o quadro.	
6	Bia	Não, eu tenho aqui.		

Ao início da discussão, Ana **classifica as informações** que ela julga serem necessárias a fim de resolver o problema e entende que há um empate [2], enquanto Bia, que realiza o mesmo processo, a contraria, afirmando que o pé da Sara é menor que o do Nathan [3]. Rafael completa a afirmação da Bia, apresentando uma **Previsão** da colocação dos dois chutes no Ranking [4].

O diálogo continua e novas ideias são expostas, como as que seguem abaixo.

Turno 7 ao 16

Turno	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
7	Professor	65 pés do Natan por segundo, 65	O professor	

		pés da Sara por segundo. E aí, qual que vai ser o maior?	questiona a turma para dar dinâmica ao debate	
8	Turma	O do Natan!		
9	Professor	O do Natan. Por quê?	Estimulando a argumentação	
10	Bia	Por que o Natan tem um pezão.		Justificativa
11	Professor	Ele tem um pezão.		
12	Rafael	Não! É o da Sara, porque o... Percorreu no mesmo tempo uma distância maior do que a do outro.		Levantamento de hipóteses/previsão
13	Bia	Não! Ele percorreu mais em menos tempo. Mais, mais distância.		Levantamento de hipóteses
14	Professor	Olha, gente, só para lembrar, quando é isso daqui por segundo é por um segundo. Em um segundo anda isso (<i>apontando para uma velocidade</i>), em um segundo anda isso (<i>apontando para outra velocidade</i>).	O professor atenta a turma às unidades de medida adotadas. Os trechos em itálico são descrições nossas.	
15	Nathan	O meu pé é maior, a distância é maior.		Previsão
16	Gustavo	É a mesma distância.	Refuta o Nathan [15]	

Mais adiante na discussão, Bia volta a defender sua ideia, apresentando uma **justificativa [10]** à **previsão [8]** feita pela turma. Após isso, foram feitos alguns **Levantamentos de hipóteses**, com um aluno refutando o outro – **[12]** e **[13]** (Bia confrontando Rafael). Nathan, com base nas hipóteses feitas, faz uma **previsão [15]** sobre da solução do problema.

Turno 17 ao 25:

Turno	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
17	Bia	Ei, Ei! Você olha, tipo, 10 centímetros em um segundo, aí você olha 10 metros em um segundo, a maior distância é a maior velocidade. A maior distância é 10 metros.		Justificativa
18	Professor	Fala isso alto, cara. Fala isso alto.	Bia teve vergonha de falar o que pensava para toda turma	
19	Professor	Olha aqui, gente. Ele falou o seguinte: "Isso daí é como comparar 10 centímetros por segundo e 10 metros por	O professor repete a fala para que todos ouçam	

		segundo". Tá, pra vocês o pé do Natan é do mesmo tamanho que o pé da Sara?		
20	Turma	Não.		
21	Professor	Então aqui a gente tem unidades diferentes. É como comparar algo maior com algo menor.		Explicação
22	Marcos	Ah, o do Natan.		Previsão
23	Gustavo	O do Natan tá em terceiro.		Previsão
24	Professor	Porque o do Natan seria maior? Ou porque o da Sara seria menor?	O professor questiona novamente os alunos para saber se há alguma refutação	
25	Gustavo	Porque são 65 pés do Natan que são maiores, a distância dele é bem maior em um segundo que o da Sara, que é menorzinho.		Explicação

Nesse momento, Bia apresenta uma **Justificativa [17]** que visa a confirmar e qualificar melhor sua hipótese. Ela compara a situação do suposto empate a uma situação equivalente na qual ela conhece o sistema de medidas e as suas relações, o sistema métrico. Durante a sua fala, ela usa o **Raciocínio proporcional**, relacionando as variáveis que julga serem importantes para se levar em consideração.

Os alunos não apresentam refutação à justificativa apresentada e, após o professor indicar uma linha de raciocínio – o que não é recomendado – ao dar uma **Explicação** no turno [21] do que foi dito em [17], eles expõem suas **Previsões [22]** e [23] sobre as medidas confrontadas.

Ao fim desse episódio, Gustavo traz uma **Explicação [25]**, a qual relaciona a hipótese [15] com a justificativa [17] e encerra o debate em questão.

5.2.2. Episódio 2

Este episódio aconteceu em uma turma diferente da que protagonizou o *Episódio 1*. Nele, trechos do debate feito por esses

alunos para classificar as velocidades dos chutes medidas por eles serão expostos.

O ponto de partida do debate foi a proposta de uma “conversa informal” para que a turma chegasse a um consenso de classificação das velocidades dos chutes para, assim, identificarmos o vencedor da disputa.

Para facilitar a análise, fizemos a Tabela 3, que contém os nomes dos grupos, as velocidades obtidas por eles e suas respectivas unidades de medida.

Tabela 3: Relação de nomes dos times, velocidades obtidas e suas unidades de medida.

Time	Velocidade Obtida	Unidade de medida
Só canela	8,1	<u>Silvas</u> s
Passei direto	83,3	<u>pés (42)</u> s
Sem nome	68	<u>pés (37)</u> s
GSN	61,8	<u>pranchetas</u> s
Unidos passaremos	58	<u>pés (37)</u> s
Bola errada	38	<u>pés (36)</u> s

5.2.2.1. Episódio 2.1 – Discussão sobre o 1º lugar do Ranking

O trecho a seguir contém o debate gerado pela turma para determinar o 1º lugar do Ranking (o chute mais veloz). No momento, os alunos mostraram estar em dúvida entre duas velocidades: 8,1 *Silvas/s* e 83,3 *pés (42)/s*.

Como resultado do embate criado por eles, responder a pergunta “Qual dos dois chutes foi o mais veloz de todos?” era fundamental para determinar a classificação dos chutes, e, conseqüentemente, para solucionar o problema proposto.

Turno 26 ao 41 – Organização de dados

Turno	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
26	Professor	E aí gente, qual que será? Eu quero que alguém me convença porque eu sou muito desconfiado. Capixaba geralmente é desconfiado.	Qual seria o primeiro lugar do Ranking, o impasse estava entre o grupo “Só canela” e “Passei direto”	
27	Jorge	Mas está em unidades diferentes, aí não tem como fazer o ranking exato.		Previsão/raciocínio proporcional
28	Professor	Caracas, está em unidades diferentes, aí não tem como fazer o ranking exato! Fica difícil de fazer exato, mas a gente vai tentar aproximar. Porque aqui eu sei que todo mundo é inteligente.	Professor antecipa que os alunos farão estimativas	
29	Professor	E aí, gente, como a gente compara essa velocidade com aquela velocidade lá?	Os alunos estavam em dúvida de qual seria mais rápido: o Silva ou o Pés (42)	
30	Jorge	Poderia tentar igualar pra ver qual seria a diferença entre um e o outro.		Levantamento de hipóteses
31	Professor	Oi?		
32	Jorge	Poderia tentar igualar só pra ver qual seria, quanto, por exemplo, quantos Silvas por segundo equivaleriam a pés tamanho 42 por segundo.		Levantamento de hipóteses/classificação de informações/raciocínio lógico
33	Professor	E como é que a gente vai comparar esse Silva com os pés ali?		
34	Jorge	Regra de três?		Raciocínio proporcional
35	Amanda	Ainda tem a(unidade) prancheta.	Em itálico, edição nossa	Organização de informações
36	Professor	Ainda tem o da prancheta, aí é um outro problema. Quem foi que fez essa unidade de pés?	Diversas vezes o professor repete o que, por ventura, um aluno disse em voz baixa, para que a turma escute o posicionamento dele	Organização de informações
37	Rui	André. Eu acho que é 44, mas vocês falaram 42.		Organização de informações

38	Professor	Como a gente compara, gente, essas duas unidades aí? São unidades diferentes, né? Metro e centímetro são diferentes, não equivalem a mesma coisa, e aqui a gente também tem isso. Como é que a gente faz pra comparar?	Indicando questões	
39	Daniel	Podia passar tudo pra uma unidade só, tipo, os dois pra mesma unidade e aí comparar assim?		Organização de informações/Raciocínio proporcional
40	Paula	Poderia fazer quantos pés valem o Silva. Tipo, deitaria ele no chão.		Classificação de informações/Levantamento de hipóteses
41	Daniel	Deita aí, Silva!		

Nesse trecho podemos identificar que, após o problema ser apresentado [29], Jorge **levanta hipóteses** [30] e [32] de como poderiam resolvê-lo. Essas hipóteses consistiam em verificar a relação entre as unidades diferentes (*Silvas/s* e *Pés 42/s*) para, assim, compará-las com o intuito de descobrir qual time tem a maior velocidade.

Os estudantes se dão por convencidos e seguem com a discussão **organizando informações nos trechos** [35], [36], e [37], até que Daniel **levanta uma hipótese** [39] para a solução do problema, a qual propõe estabelecer uma relação entre as duas unidades de distância das velocidades.

Paula concorda com Daniel no turno [40], ao **levantar uma hipótese** referente a um procedimento experimental para **classificar as informações** que ela mesma julgou serem importantes para a solução do impasse. A sua ideia é que se faça uma medição da altura de seu colega, o Silva, para estabelecer a relação entre *Silvas* e *pés* (42), o que é exposto a seguir.

Turno 54 ao 76 – Busca por relação entre *Silvas* e *pés* (42)

Turno	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
54	Turma	Silva! Silva! Silva!		
55	Professor	Tem que ser aqui na frente.	O professor pede que a comparação (Silvas – pés 42) seja feita na frente da turma.	
56	Rui	Ah, 6,5.	Medida de 1 Silva na unidade pés (42)	
57	Professor	E aí, gente, o que é que... qual foi a comparação que vocês chegaram aí?		
58	Maria	6,5.		
59	Professor	6,5 o que?		Classificação de informações
60	Maria	Pés número 42.		Classificação de informações
61	Professor	6,5 pés número 42...		Classificação de informações
62	Maria	É equivalente a 1 Silva.	1 Silva se refere ao comprimento do aluno	Classificação de informações
63	Professor	E aí, gente, agora é com vocês. Eu só anotei ali pra não esquecer.	Os dados obtidos pelos alunos foram escritos no quadro	
64	Tiago	Multiplica o 8,1.	Os alunos estavam relacionando os dados em uma regra de três: 1 Silva --- 6,5 pés (42) 8,1 Silvas -- x pés (42)	Raciocínio proporcional
65	Professor	Pelo quê?		
66	Tiago	Pelo 6,5.		Raciocínio proporcional
67	Professor	E aí, será que vai dar certo isso? Quanto deu?		
68	Tiago	52,65.	8,1 Silvas equivalem a 52,65 Pés (42)	Raciocínio proporcional
69	Professor	Aí, qual que vai ser o mais veloz?		
70	Maria	O do pé 42.		Previsão
71	Professor	Tá todo mundo convencido ou não? Tá bom, então. Ninguém vai chorar, não né?		
72	Tiago	Pode ir, professor.		
73	Thais	Mas como é que você sabe que esse é o primeiro?(<i>Aponta para 8,1 Silvas/s</i>) Você só sabe que esse é o primeiro em relação a aquele. (<i>Aponta para 83,3 pés (42)/s</i>)	Em itálico, edição nossa	Levantamento de hipóteses/Teste de hipóteses
74	Julia	A aquele número de pés, mas...		
75	Professor	Tem gente ali que não está convencida.		
76	Thais	Eu tô só questionando.		

A proposta de Paula é abraçada por seus colegas de turma, bem como se pode ver nos turnos [41] e [54], e desencadeia um novo processo experimental.

Com isso, Maria **classifica as informações** recém-obtidas [58], [60] e [62] e Tiago mostra um **raciocínio proporcional** nos turnos [64], [66] e [68] quando encontra a relação numérica entre Silvas e pés (42). Após a contribuição de Tiago, Maria faz uma **Previsão [70]** em relação ao problema proposto [42].

Porém, no turno [73], Thais põe à prova o que acabou de ser concluído, o que abre outra discussão – turno 77 ao 98 – com um novo problema: *o chute do “Passei direto” foi mais veloz que o do “Só canela”, mas será que o grupo “Passei direto” teve o chute mais veloz dentre todos os grupos?*

Esse trecho contém diferentes indicadores de alfabetização e caracteriza a construção de um argumento a partir de uma discussão em conjunto. Com base nessa construção, separamos turnos que contém elementos suficientes para constituir um Padrão de Toulmin dela (Figura 10).

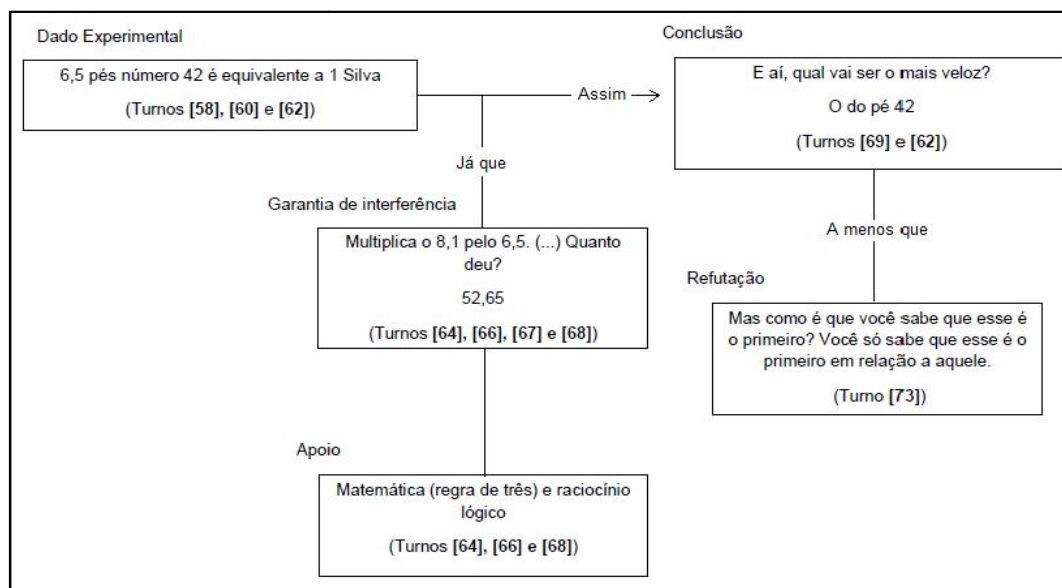


Figura 10: Estrutura do argumento do Episódio 2 – Turno 54 ao 76

Com a refutação de Thais [73], os alunos percebem que a conclusão obtida em [69] e [70] não determina qual é o chute mais veloz entre todos, e sim, o entre os dois que estão em discussão: dos grupos “Só canela” e “Passei direto”.

Com isso, eles continuam o debate, o qual segue no trecho transcrito abaixo, tentando estabelecer o 1º lugar geral do Ranking para, posteriormente, classificar os outros chutes. Vale ressaltar que o método de construção desse Ranking foi de total escolha deles.

5.2.2.2. Episódio 2.2 - Busca por relação entre pés (42) e pranchetas

Turno 77 ao 98

Turno	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
77	Professor	É em relação a aquele. E em relação a essa?	Em relação ao chute do grupo “sem nome”	Organizando informações

78	Thais	É, o meu pé é 37 e o dele é 42.		Classificação de informações
79	Julia	Em relação a pés da Maria eu também não sei.	Em relação à velocidade do grupo “Bola errada”	
80	Maria	Não, vai ser maior sim. O meu pé é 35/36.		Previsão
81	Pedro	Tem que comparar com a prancheta.		Classificação de informações
82	Maria	É, tem que comparar com uma prancheta.		Classificação de informações
83	Professor	Aí, querem comparar com uma prancheta. Eu tenho uma prancheta aqui.		
84	Maria	Uma prancheta é maior que um pé, né?		Previsão/Levantamento de hipóteses
85	Pedro	Depende...		
86	Professor	Toda sua.	O professor dá a prancheta para os alunos utilizarem na comparação	
87	Pedro	Pisa aí pra poder ver.	Relaciona 1 prancheta com 1 pé (42)	Teste de hipóteses
88	Professor	Que isso, cara? É quase uma.		
89	Maria	É quase uma prancheta!		
90	Professor	Então, essa velocidade vai ser menor ou maior que aquela lá?	Professor indaga	
91	Turma	Vai ser menor.		Previsão
92	Professor	Vai ser menor, então essa continua ganhando.	Pés (42) continuam ganhando	Organizando informações
93	Daniel	Isso, ela continua ganhando.		Organizando informações
94	Rui	Das outras!		Previsão
95	Professor	Ganha de todas, então?		
96	Maria	Sim.		Previsão
97	Professor	Então, beleza. O primeiro lugar tá definido. Quem vai ser o segundo lugar agora?		Organizando informações
98	Maria	Gente, o meu é o último.		Previsão

A velocidade do grupo “Passei direto” acaba sendo comparada com outras velocidades e alguns dos indicadores acabam por serem repetidos ao decorrer desse processo.

Thais e Maria **classificam as informações** nos turnos [78] e [80] ao comparar a unidade *pés (42)* – do grupo “Passei direto”,

suposto líder – com as unidades *pés* (37) e *pés* (36) – grupos “sem nome” e “Bola errada”, respectivamente. Após isso, Maria faz uma **previsão [80]** na qual afirma que “Passei direto” teria o chute mais veloz que o do seu grupo, “Bola errada”.

Nesse momento, é possível notar que os alunos não levam a comparação de *pés* de tamanhos distintos a um nível experimental. Mesmo não sendo dito explicitamente, isso ocorre, pois, os alunos reconhecem a unidade *pés* e suas relações e não veem necessidade de iniciar uma medição para relacioná-las. Eles também percebem que é preciso achar a equivalência entre *pés* e as outras unidades não conhecidas (não comuns) presentes na discussão para classificar as velocidades.

Sabendo disso, Pedro e Maria atentam à turma a unidade *pranchetas*, cuja relação com qualquer outra unidade das velocidades da atividade eles desconhecem, e propõem uma medição para **classificar as informações [81] e [82]** que julgam serem pertinentes. Depois de propor a medição, Maria faz uma **previsão [84]**, ao supor que uma prancheta seria maior que um pé. Para determinar a equivalência entre as unidades, os alunos testam a previsão de Maria **[87] e [89]**.

Com a equivalência entre as unidades tendo sido estabelecida, é retomado o embate que gerou essa experimentação em sala **[90]** e, depois, é questionado se é possível indicar qual seria o 1º lugar do Ranking **[95]**, o que gera a **previsão** de Maria **[96]**.

Ao fim, quando todas as informações que eles acham convenientes foram devidamente organizadas e relacionadas, restou apenas **prever [91], [94], [96] e [98]** se o grupo “pés 42” detinha o chute mais veloz.

Tendo toda a turma concordado com a escolha do 1º Lugar, a discussão seguiu por determinar o 2º lugar, depois o 3º e, assim,

sucessivamente. Os estudantes tinham três palpites de grupos que poderiam compor a 2ª posição do Ranking: “Só canela”, “GSN” e “sem nome”, que possuíam as unidades *Silvas/s*, *pranchetas/s* e *pés* (37)/s. No trecho a seguir, eles comparam essas três unidades e chegam a um consenso de Ranking.

5.2.2.3. Episódio 2.3 – Conclusão do Ranking

Turno 111 ao 123–Comparação entre *Silvas*, (*pés* 36) e *pranchetas*

Turno	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
111	Pedro	Vai lá, Silva!		Teste de hipóteses
112	Daniel	Aproveita e depois pega a prancheta logo.		Organizando informações
113	Thais	6 pranchetas.	Acham a equivalência de 1 Silva = 6 pranchetas	Organização de informações
114	Professor	Tá, então esse daqui é o segundo?	Professor retoma o problema de classificação	
115	Thais	47,6.	Velocidade do grupo “sem nome” é 47,6 pés (42)/s	Organização de informações
116	Thais	Aí seria o “sem nome” o terceiro.		Previsão
117	Maria	Gente, o meu foi o mais devagar, tá garantido isso!		Previsão
118	Daniel	O Silva tem 48 pranchetas. Não, o quarto é o “só canela”.		Previsão
119	Julia	Gente, e o time “bola errada”?		Organização de informações
120	Maria	Foi o mais devagar, vocês não tão entendendo isso.		Previsão
121	Thais	Vice de novo!		
122	Professor	Aí eu vou pedir, rapidamente, pra ver se isso tá coerente, pra que vocês façam a conversão para o sistema internacional. Qual é o sistema internacional?		Organização de informações/Teste de hipóteses
123	Turma	Metros por segundo.		

Com a situação de classificação ainda não decidida, Pedro, no turno [111], reforça que o aluno Silva tenha que se deitar novamente no chão para que seja feita a relação entre *Silvas* e *pés (37)* – unidade do grupo “sem nome”.

Nesse momento, Daniel vê a situação como uma oportunidade de, também, comparar *Silvas* com *pranchetas* e pede para que levem uma prancheta para o procedimento ser feito [112]. Isso ocorre por ele saber que é necessário encontrar a relação entre as unidades não conhecidas – incomuns (*Silvas* e *pranchetas*) – e a unidade que eles, adotam referência comum: *pés*.

Após tomarem medidas e **organizarem as informações** necessárias, os alunos chegam às seguintes relações de equivalência: 1 *Silva* = 6 *pranchetas* e $68 \text{ pés (37)}/s = 47,6 \text{ pés (42)}/s$, nos turnos [113] e [115].

Os estudantes percebem, nesse momento, que podem adotar a unidade *pés* como um padrão para aquela situação, visto que todas as velocidades já foram convertidas para a unidade *pés*.

A Tabela 4, que se encontra abaixo, traz as informações das velocidades obtidas por cada grupo e as transformações de unidade que os alunos fizeram ao decorrer da discussão da atividade.

Tabela 4: Velocidades dos grupos e as conversões feitas para outras unidades

<i>Time/Velocidade</i>	<i>Unidade original</i>	<i>pranchetas</i> <i>s</i>	<i>pés (42)</i> <i>s</i>
Só canela	8,1 <i>Silvas/s</i>	48	52,5
Passei direto	83,3 <i>pés (42)/s</i>	-	83,3
Sem nome	68 <i>pés (37)/s</i>	-	46,7

GSN	61,8 pranchetas/s	-	66,75
Unidos passaremos	58 pés (37)/s	-	
Bola errada	38 pés (36)/s	-	

Feito isso, eles começaram a **prever**, nos turnos **[116]**, **[117]**, **[118]** e **[120]**, a colocação de cada time/velocidade e finalizaram a construção do Ranking.

No turno **[122]**, para testar as previsões feitas pelos alunos e obter um ranking com mais precisão, foi pedido aos alunos de cada grupo para converterem a sua respectiva velocidade para a unidade padrão do Sistema Internacional (SI).

Tal atitude foi tomada ao final das discussões feitas em todas as turmas e, após ter todas as velocidades com suas unidades dentro do SI, os alunos puderam observar as diferenças entre o ranking construído por meio da discussão e o que usava todas as unidades no SI.

O intuito desse último passo era tornar ainda mais evidente o quão útil e necessário é a adoção de padrões para as unidades de medida. Para reforçar essa ideia, foi dito, nesse momento, em todas as turmas uma frase de efeito: “Viram agora a importância das unidades de medida?”.

6. Considerações Finais

A atividade investigativa sobre o Sistema de Medidas apresentada por este trabalho foi desenvolvida no projeto PIBID/UFRJ-Física, o qual foi o maior diferencial que pude ter durante minha graduação, abrindo minha visão de ensino e mudando intensamente a forma que leciono.

Essa proposta de ensino tem como público alvo os estudantes do Ensino Médio e seu objetivo é fugir do modelo tradicional – e atrasado – de aula ao tornar o aluno o protagonista do próprio aprendizado.

Procurei, também, dar destaque à Física presente no cotidiano dos estudantes, para que eles percebam a relação entre o que eles aprendem em sala de aula e o mundo que os cerca, a qual reforça o sentido de se aprender Física na escola para a vida, e não apenas para uma prova.

Para isso, desenvolvi uma aula experimental e notei que não é necessário haver um aparato tecnológico extraordinário para fazer medições desse tipo de experiência: com um celular com câmera, um computador do colégio e uma bola, é possível realizar a dinâmica proposta neste trabalho.

O que fez com que essa atividade tomasse rumos diferentes de um laboratório tradicional foi, além da liberdade dada aos alunos para desenvolver a experiência, o que foi perguntado e como foi perguntado. Essas questões foram pensadas para trazer a sensação de necessidade de se padronizar a unidade de medida do que foi experimentado, mesmo que a resposta final encontrada fosse uma estimativa.

De início, fiquei inseguro com a dinâmica e o grau de liberdade dado aos grupos, provavelmente por nunca ter participado de uma prática do tipo quando era aluno. Com o decorrer da atividade, notei que os estudantes se envolveram com a experiência, inclusive os que não tinham participação ativa nas aulas tradicionais, interagindo com seus respectivos grupos e buscando resolver o problema proposto a eles.

Houve boas discussões entre os alunos e, com a análise das gravações feitas, pode-se confirmar que este tipo de atividade, ao proporcionar uma conduta mais ativa dos alunos, faz com que eles aprendam e compreendam a Física de uma forma mais prazerosa e motivadora.

Durante essas discussões, os estudantes organizaram e classificaram informações, trocaram ideias, levantaram e testaram hipóteses, realizaram comparações, fizeram experiências, estimaram, criaram seus próprios sistemas de medida, discutiram entre si e chegaram a conclusões e soluções dos problemas propostos.

Ao analisar as transcrições das gravações realizadas, observei que o objetivo da atividade foi alcançado, como, por exemplo, no Turno 17 ao 25 do Episódio 1 (5.2.1), no qual Bia, ao justificar uma previsão feita por um colega, faz uma analogia ao problema encarado pela turma utilizando o sistema métrico como referência para sustentar sua justificativa. Outro exemplo se encontra no Turno 111 ao 123 do Episódio 2 (5.2.2.3), no qual, após fazerem experiências e comparações, os alunos percebem que se tiverem todas as medidas com as mesmas unidades o problema será resolvido e, com isso, escolhem a unidade *pés* como a padrão, o que descomplica a construção do ranking.



Nesse momento, pude perceber o quão rica pode ser uma atividade investigativa e não tive mais problemas de insegurança com

relação a dinâmicas do tipo. Notei, também, a necessidade do professor se adaptar a uma postura menos “transmissora de respostas” e mais “mediadora do conhecimento” ao encarar dúvidas no decorrer da atividade, para não dar respostas, e, sim, caminhos que levem a ela.

Além de verificar a aprendizagem e o alcance dos nossos objetivos, a análise da atividade realça a importância de se pensar no que o professor irá perguntar aos estudantes e como ele o fará. Isso ocorre, pois identificamos que uma boa pergunta que aborde o cotidiano dos alunos gera discussões e interações entre eles que não são comuns em aulas tradicionais e os estimulam a construir o próprio saber científico, ainda que a metodologia usada para isso não seja familiar a eles.

7. Anexos

Anexo I

	<p>COLÉGIO PEDRO II CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO III Cinemática COORDENADOR: Eduardo Capossoli TURMA: PROFESSOR: Vitor Cossich MONITOR: Jobson Santos</p> 
NOME:	

Chuta que é Física!

Introdução:

Você sabia que o chute de um jogador de futebol profissional pode chegar a uma velocidade maior que 100 km/h? Hoje, certas tecnologias presentes no esporte nos permitem obter dados necessários para realizar esse tipo de cálculo.

→ Quais dados você acha relevantes para fazer o cálculo da velocidade de um chute? Como, em uma transmissão de futebol, você poderia obtê-los?

Material:

- Bola de futebol;
- Câmera filmadora;
- Notebook.

Experimentação:

Hoje, faremos uma competição de chutes para descobrir quem tem o chute mais rápido do Imperial Colégio Pedro II – SCIII! Para isso, fique atento às regras da competição abaixo:

- O grupo poderá realizar diversas cobranças, mas apenas uma será considerada a oficial. A escolhida será filmada pelo juiz (professor/monitor) e pelo grupo.
- A cobrança oficial tem que ser feita com a bola na posição demarcada pelo juiz.
- Cada grupo terá sua unidade de medida particular, usando-a como unidade da velocidade do chute do grupo.

- Unidade de medida adotada pelo grupo -
- Quanto mede a distância entre a marca de chute e o anteparo segundo a sua unidade de medida?
- Qual foi o valor de velocidade de chute encontrado?

Anexo II

Turnos	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
1	Professor	Tá, e agora?		
2	Aluno 1	Teve um empate aqui...		Classificação de informações
3	Aluno 2	O pé da Sara é menor.		Classificação de informações
4	Aluno 3	O pé da Sara é menor, então o Natan vai ser o terceiro e a Sara o quarto.		Previsão
5	Professor	Você está precisando dos óculos, né?	O aluno apresentava dificuldades de enxergar o quadro.	
6	Aluno 2	Não, eu tenho aqui.		
7	Professor	65 pés do Natan por segundo, 65 pés da Sara por segundo. E aí, qual que vai ser o maior?	O professor questiona a turma para dar dinâmica ao debate	
8	Turma	O do Natan!		
9	Professor	O do Natan. Por quê?	Estimulando a argumentação	
10	Aluno 2	Por que o Natan tem um pezão.		Justificativa
11	Professor	Ele tem um pezão.		
12	Aluno 3	Não! É o da Sara, porque o... Percorreu no mesmo tempo uma distância maior do que a do outro.		Levantamento de hipóteses/previsão
13	Aluno 2	Não! Ele percorreu mais em menos tempo. Mais, mais distância.		Levantamento de hipóteses
14	Professor	Olha, gente, só para lembrar, quando é isso daqui por segundo é por um segundo. Em um segundo anda isso, em um segundo anda isso.	O professor atenta a turma às unidades de medida adotadas	
15	Aluno 4	O meu pé é maior, a distância é maior.		Levantamento de hipóteses
16	Aluno 5	É a mesma distância.		
17	Aluno 2	Ei, Ei! Você olha, tipo, 10 centímetros em um segundo, aí você olha 10 metros em um segundo, a maior distância é a maior velocidade. A maior distância é 10 metros.		Justificativa
18	Professor	Fala isso alto, cara. Fala isso alto.	O aluno 2 teve vergonha de falar o que pensava	

			para toda turma	
19	Professor	Olha aqui, gente. Ele falou o seguinte: “Isso daí é como comparar 10 centímetros por segundo e 10 metros por segundo”. Tá, pra vocês o pé do Natan é do mesmo tamanho que o pé da Sara?	O professor repete a fala para que todos ouçam	
20	Turma	Não.		
21	Professor	Então aqui a gente tem unidades diferentes. É como comparar algo maior com algo menor.		Explicação
22	Aluno 6	Ah, o do Natan.		Previsão
23	Aluno 5	O do Natan tá em terceiro.		Previsão
24	Professor	Porque o do Natan seria maior? Ou porque o da Sara seria menor?	O professor questiona novamente os alunos para saber se há alguma refutação	
25	Aluno 5	Porque são 65 pés do Natan que são maiores, a distância dele é bem maior em um segundo que o da Sara, que é menorzinho.		Explicação

Anexo III

Turnos	Enunciador	Fala	Comentários	Indicadores de Alfabetização Científica
26	Professor	E aí gente, qual que será? Eu quero que alguém me convença porque eu sou muito desconfiado. Capixaba geralmente é desconfiado.		
27	Aluno 1	Mas está em unidades diferentes, aí não tem como fazer o ranking exato.		Previsão/raciocínio proporcional
28	Professor	Caracas, está em unidades diferentes, aí não tem como fazer o ranking exato! Fica difícil de fazer exato, mas a gente vai tentar aproximar. Porque aqui eu sei que todo mundo é inteligente.	Professor antecipa que os alunos farão estimativas	
29	Professor	E aí, gente, como a gente compara essa velocidade com aquela velocidade lá?		
30	Aluno 1	Poderia tentar igualar pra ver qual seria a diferença entre um e o outro.		Levantamento de hipóteses
31	Professor	Oi?		
32	Aluno 1	Poderia tentar igualar só pra ver qual seria, quanto, por exemplo, quantos Silvas por segundo equivaleriam a pés tamanho 42 por segundo.		Levantamento de hipóteses/classificação de informações/raciocínio lógico
33	Professor	E como é que a gente vai comparar esse Silva com os pés ali?		
34	Aluno 1	Regra de três?		Raciocínio proporcional
35	Aluno 2	Ainda tem a prancheta.		
36	Professor	Ainda tem o da prancheta, aí é um outro problema. Quem foi que fez essa unidade de pés?		Organização de informações
37	Aluno 3	André. Eu acho que é 44, mas vocês falaram 42.		Organização de informações
38	Professor	Como a gente compara, gente, essas duas unidades aí? São unidades diferentes, né? Metro e centímetro são diferentes, não equivalem a mesma coisa, e aqui a gente também tem isso. Como é que a gente faz pra comparar?	Indicando questões	
39	Aluno 4	Podia passar tudo pra uma unidade só, tipo, os dois pra mesma unidade e aí comparar assim?		Organização de informações/Raciocínio proporcional
40	Aluno 5	Poderia fazer quantos pés valem o Silva. Tipo, deitaria ele no chão.		Classificação de informações/Levantamento de hipóteses

41	Aluno 4	Deita aí, Silva!		
42	Professor	E aí, gente? A gente precisa saber qual dos dois é o primeiro lugar, qual do dois é o mais veloz.	Relembrando o problema	
43	Aluno 6	Professor! A velocidade média é igual à delta s sobre delta t.	Explicitando conhecimento físico	
44	Professor	Aham.		
45	Aluno 6	E o delta S dos dois seria igual, não é?	Dúvida de aluno	Levantamento de hipótese
46	Professor	Não sei. Só se 8,1 Silva equivalerem 83,3 pés.	Professor levanta uma hipótese	Classificação de informações
47	Aluno 6	Não, mas é o delta S. Aí é a velocidade média, não é?	Dúvida de aluno	Organização de informações
48	Professor	Aham.		
49	Aluno 6	Então, olha aqui, vê se você entende. Aí passaria o delta t pra cá, aí você teria o delta s de um e igualaria com o outro.	Dúvida de aluno	Raciocínio Lógico
50	Professor	Isso, mas para isso precisaríamos do delta S de cada um, que tá no trabalho e a gente não tem. Mas é uma boa, seria uma das alternativas.	Dando sugestão. A dúvida em questão foi de apenas um aluno e o resto da turma não teve participação nela.	Raciocínio lógico/Justificativa
51	Aluno 7	Vai lá, Silva!		
52	Aluno 6	Não seria mesmas velocidades médias porque tem as mesmas distâncias?	Dúvida de aluno	Levantamento de hipótese
53	Professor	O que acontece, as distâncias são as mesmas, mas os tempos diferentes.	Explicação	Justificativa
54	Turma	Silva! Silva! Silva!		
55	Professor	Tem que ser aqui na frente.		
56	Aluno 3	Ah, 6,5.		
57	Professor	E aí, gente, o que é que... qual foi a comparação que vocês chegaram aí?		
58	Aluno 6	6,5.		
59	Professor	6,5 o que?		Classificação de informações
60	Aluno 6	Pés número 42.		Classificação de informações
61	Professor	6,5 pés número 42...		Classificação de informações
62	Aluno 6	É equivalente a 1 Silva.	1 Silva se refere ao comprimento do aluno	Classificação de informações

63	Professor	E aí, gente, agora é com vocês. Eu só anotei ali pra não esquecer.	Os dados obtidos pelos alunos foram escritos no quadro	
64	Aluno 8	Multiplica o 8,1.	Os alunos estavam relacionando os dados em uma regra de três: 1 Silva --- 6,5 pés (42) 8,1 Silvas -- x pés (42)	Raciocínio proporcional
65	Professor	Pelo quê?		
66	Aluno 8	Pelo 6,5.		Raciocínio proporcional
67	Professor	E aí, será que vai dar certo isso? Quanto deu?		
68	Aluno 8	52,65.	8,1 Silvas equivalem a 52,65 Pés (42)	Raciocínio proporcional
69	Professor	Aí, qual que vai ser o mais veloz?		
70	Aluno 6	O do pé 42.		Raciocínio lógico
71	Professor	Tá todo mundo convencido ou não? Tá bom, então. Ninguém vai chorar, não né?		
72	Aluno 8	Pode ir, professor.		
73	Aluno 9	Mas como é que você sabe que esse é o primeiro? Você só sabe que esse é o primeiro em relação a aquele.		Levantamento de hipóteses/Teste de hipóteses (coloca à prova o que foi concluído anteriormente)
74	Aluno 10	A aquele número de pés, mas...		
75	Professor	Tem gente ali que não está convencida.		
76	Aluno 9	Eu tô só questionando.		
77	Professor	É em relação a aquele. E em relação a essa?		Organizando informações
78	Aluno 9	É, o meu pé é 37 e o dele é 42.		Classificação de informações
79	Aluno 10	Em relação a pés da Joana eu também não sei.		
80	Aluno 6	Não, vai ser maior sim. O meu pé é 35/36.		Previsão
81	Aluno 11	Tem que comparar com a prancheta.		Classificação de informações
82	Aluno 6	É, tem que comparar com uma prancheta.		
83	Professor	Aí, querem comparar com uma prancheta. Eu tenho uma prancheta aqui.		
84	Aluno 6	Uma prancheta é maior que um pé, né?		Previsão/Levantamento de hipóteses
85	Aluno 11	Depende...		

86	Professor	Toda sua.	O professor dá a prancheta para os alunos utilizarem na comparação	
87	Aluno 11	Pisa aí pra poder ver.	Relaciona 1 prancheta com 1 pé (42)	Teste de hipóteses
88	Professor	Que isso, cara? É quase uma.		
89	Aluno 6	É quase uma prancheta!		
90	Professor	Então, essa velocidade vai ser menor ou maior que aquela lá?	Professor indaga	
91	Turma	Vai ser menor.		Previsão
92	Professor	Vai ser menor, então essa continua ganhando.		Organizando informações
93	Aluno 4	Isso, ela continua ganhando.		Organizando informações
94	Aluno 3	Das outras!		Previsão
95	Professor	Ganha de todas, então?		
96	Aluno 6	Sim.		Previsão
97	Professor	Então, beleza. O primeiro lugar tá definido. Quem vai ser o segundo lugar agora?		Organizando informações
98	Aluno 6	Gente, o meu é o último.		Previsão
99	Professor	Alguém falou que será “unidos passaremos”. Vai ser?		Levantamento de hipóteses
100	Aluno 5	Não, mas “unidos passaremos” e “sem nome” usam 37.		Levantamento de hipóteses
101	Professor	Falaram que vai ser “unidos passaremos”, está todo mundo de acordo ou não?		
102	Aluno 11	Silva, deita ali de novo!		
103	Professor	Aí, olha, essa velocidade vocês falaram que era maior do que essa, e é maior do que essa daqui.		Raciocínio lógico (?)
104	Aluno 6	Com certeza.		
105	Professor	É maior do que essa daqui?		Organização de informações
106	Aluno 12	Não sei.		
107	Aluno 5	Vai lá, Silva!		
108	Professor	Isso daqui é maior do que isso daqui?		Organização de informações
109	Aluno 4	Não sabemos.		
110	Professor	É isso que vocês têm que descobrir.		
111	Aluno 11	Vai lá, Silva!		Teste de hipóteses
112	Aluno 4	Aproveita e depois pega a prancheta logo.		

113	Aluno 9	6 pranchetas.	Acham a equivalência de 1 Silva = 6 pranchetas	
114	Professor	Tá, então esse daqui é o segundo?		
115	Aluno 9	47,6.	O padrão de unidade de medida passa a ser pranchetas/s. Os alunos passam a converter as outras unidades para esse padrão.	
116	Aluno 9	Aí seria o “sem nome” o terceiro.		Previsão
117	Aluno 6	Gente, o meu foi o mais devagar, tá garantido isso!		Previsão
118	Aluno 4	O Silva tem 48 pranchetas. Não, o quarto é o “só canela”.		Previsão
119	Aluno 10	Gente, e o time “bola errada”?		Organização de informações
120	Aluno 6	Foi o mais devagar, vocês não tão entendendo isso.		Previsão
121	Aluno 9	Vice de novo!		
122	Professor	Aí eu vou pedir, rapidamente, pra ver se isso tá coerente, pra que vocês façam a conversão para o sistema internacional. Qual é o sistema internacional?		Organização de informações
123	Turma	Metros por segundo.		

8. Referências Bibliográficas

BORGES, A.T *Novos rumos para o laboratório escolar de ciências*. In: Caderno Brasileiro de Ensino de Física. UFSC, Florianópolis. V 19,N3 (2002) p. 291-313

BORGES, A. T.; *Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências⁺**; Belo Horizonte: 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN + ensino médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*; Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002, p. 7-10.

BRASIL. Prefeitura Municipal de Ipatinga; Secretaria Municipal de Educação; Centro de Formação Pedagógica – CENFOP. *Tendências Atuais para o Ensino de Ciências*. Ipatinga: 2011. Disponível em: <https://cenfopciencias.files.wordpress.com/2011/07/apostila-ensino-por-investigac3a7c3a3o.pdf> Acesso em: 19 ago. 2016.

BORGES, A. T.; *Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências⁺**; Belo Horizonte: 2002.

CARVALHO, A.M.P. (org) *Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática*, Thomson Learning, São Paulo, p. 25-32.

CRECHE FIOCRUZ. *Projeto Político Pedagógico*. Rio de Janeiro. Fiocruz, 2004.

FERNANDES, S. S.; VIANNA, D. M. *Pare & Compare: Indo ao Supermercado para Aprender Física*. 2013. Trabalho apresentado ao XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.

FERNANDES, S. S.; VIANNA; D. M. “DA ARCA DE NOÉ À ENTERPRISE”: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA ENVOLVENDO

SISTEMA MÉTRICO. 2011. Trabalho apresentado ao XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.

FERNANDES S. S. *UMA PROPOSTA DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS ENVOLVENDO SISTEMA MÉTRICO*. Rio de Janeiro: UFRJ. 2012. 111 p. Tese (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

FERNANDES, S. S.; VIANNA, D. M. *Pare & Compare: Indo ao Supermercado para Aprender Física*. 2013. Trabalho apresentado ao XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.

IPEM-SP. *Conceitos Básicos sobre Medição*. 2010. Disponível em <http://www.ipem.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=258> no dia 25 de Agosto de 2017.

JIMÉNEZ, A. M.P.; *10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: 2010.

LIMA, V. de O. *Aprendendo com a História: o quebra-quilos na construção do imaginário nordestino*. Anais do 3º. Seminário Nacional de História da Historiografia: aprender com a história? Ouro Preto. Edufop, 2009.

NASCIMENTO. S,S; VIEIRA. R,D. *Contribuições e limites do Padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências*. 2008.

RODRIGUES, C. F. M.; *Irreversibilidade e Degradação da Energia numa Abordagem para o Ensino Médio*; Rio de Janeiro: UFRJ. 2014. 141 p. Tese (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SALES, V. C. de H. *UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE HIDROSTÁTICA ATRAVÉS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM ENFOQUE C-T-S*. Rio de Janeiro: UFRJ. 2012. 87 p. Tese (Mestrado).

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SASSERON, L.H; 2008, São Paulo; *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula*; Tese de doutorado, Faculdade de Educação, USP, São Paulo, SP. 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. *Uma Análise de Referenciais Teóricos Sobre a Estrutura do Argumento para Estudos de Argumentação no Ensino de Ciências*. Ver. Ensaio. v. 13, n. 3, p.343-362, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de; JUNIOR, P. D. C.; LOURENÇO, A. B.; *ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS: ANÁLISE DA ARGUMENTAÇÃO NA RESOLUÇÃO DE UMA “ATIVIDADE DE CONHECIMENTO FÍSICO”*. 2012. Investigações em Ensino de Ciências – V17(2), pp. 489-507. Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, São Paulo, São Paulo, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. *Investigações em Ensino de Ciências – Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo*. Investigações em Ensino de Ciências. v. 13, n. 3, pp.333-352, 2008.

SILVA, I. *História dos Pesos e Medidas*. EdUFSCar, 2004.